

# PATTERN RECOGNITION UNIT

Patent number: JP55124879  
Publication date: 1980-09-26  
Inventor: FUKUSHIMA KUNIHICO  
Applicant: JAPAN BROADCASTING CORP  
Classification:  
- International: G06K9/66; G06N3/04; G06T7/00; G06K9/64;  
G06N3/00; G06T7/00; (IPC1-7): G06K9/62  
- european: G06K9/66  
Application number: JP19790033058 19790319  
Priority number(s): JP19790033058 19790319

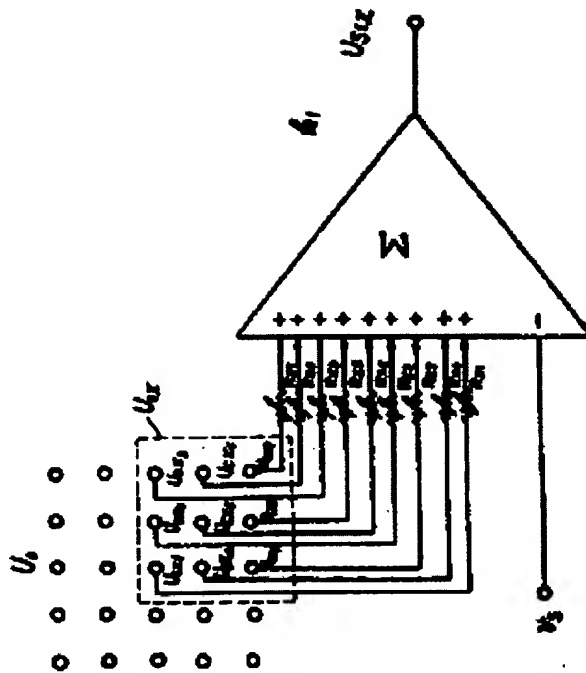
Report a data error here

## Abstract of JP55124879

**PURPOSE:** To set the discrimination function to the characteristic pick up plate, by detecting the element transmitting the maximum output of characteristic pick up plate of input information for pattern recognition.

**CONSTITUTION:** The photo electric conversion element on specific region of the input photo electric conversion layer UO in which photo electric conversion elements are arranged in two dimension checkerboard type, corresponds to one circuit element of the first order characteristic pick up plate US1, the region corresponded on the conversion layer UO is shifted by one element and overlapped each other sequentially. The photo electric conversion elements UCX1-UCX9 of the specific region UOX of the conversion layer UO are added as positive input to the linear total sum element SIGMA via the gain adjustment elements RX1-RX9.

Simultaneously, the average value of the outputs from all the elements of the conversion layer UO is fed to negative input of the element SIGMA as the suppression input VS. Further, the gain of the adjustment elements RX4-RX6 is taken large, then if lateral bar pattern is incoming, greater output is picked up from the total sum element SIGMA for pattern recognition.



⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55-124879

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 06 K 9/62

識別記号

庁内整理番号  
7622-5B

⑬ 公開 昭和55年(1980)9月26日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 17 頁)

⑭ パターン認識装置

号日本放送協会放送科学基礎研  
究所内

⑯ 特 願 昭54-33058

⑰ 出 願 人 日本放送協会

⑱ 出 願 昭54(1979)3月19日

東京都渋谷区神南2丁目2番1  
号

⑲ 発 明 者 福島邦彦  
東京都世田谷区砧一丁目10番11

⑳ 代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 パターン認識装置

2. 特許請求の範囲

1. 入力情報を複数個の特徴抽出板に並列に供給して前記入力情報に含まれるパターンの形状の領域および位置を判別するにあたり、前記複数個の特徴抽出板のそれぞれの出力からそれぞれの前記特徴抽出板における最大出力を送出する素子をそれぞれ検出し、それらの素子がそれぞれ送出する前記最大出力が異なるパターンに於いてそれらの素子がそれぞれ異なる前記特徴抽出板の判別機能によってそれぞれ設定するように構成したことを特徴とするパターン認識装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、入力情報が異なるパターンを認識するパターン認識装置、特に、形状の歪みや位置のずれに影響されずに正しくパターンを認識し得るパターン認識装置に関するものである。

従来、この種パターン認識装置を製作する場合

には、個々の回路素子を結合する回路装置内の結合係数の値はすべて設計段階においてあらかじめ設定しておくのを通例としていた。認識すべき入力パターンの集合が確定している場合にはかかる設定の悪弊で差支えないが、パターン認識の目的によつては、結合係数の値を製作の段階では固定せずに可変にしておき、認識すべき入力パターンの集合の性質に順応して自動的に変化していく能力をもたせることが必要になる。すなわち、回路装置内の結合係数を「自己組織化」させることが必要になる。

しかし、パターン認識装置を自己組織的に構成するようにする提案は従来から多く試みられているが、従来提案された認識装置はいずれもその自己組織化の能力が低く、パターン認識装置として実用し得るものはほとんど得られなかつた。

また、回路装置を自己組織化させる場合に、従来の認識装置においては、「教師あり学習」の方式を適用していた。しかし、教師あり学習とは、あらかじめ回路装置の設定段階すなわち学習段階

において、基準となるパターンが回路装置に呈示される毎に、そのパターンが何であるかという答をパターンの呈示と同時に「教師」すなわち基準信号から教えて貰いながら回路装置が自己組織化を進めていく設定方式をいう。

本発明の目的は、従来の教師あり学習の設定方式を排して、いわば「教師なし学習」による設定方式により自己組織化を進め、学習段階すなわち設定段階において、学習すべきすなわち基準とすべきパターンの呈示を単に繰返すだけで回路装置の自己組織化が進行していくようにしたパターン認識装置を提供することにある。

すなわち、本発明パターン認識装置は、呈示されたパターン相互間の類似性、非類似性に基づいてパターン分類の基準を回路装置自体の内部に設定していくようにしたものであり、入力情報を複数個の特徴抽出板に並列に供給して前記入力情報に含まれるパターンの類形の種類および位置を判別するにあたり、前記複数個の特徴抽出板のそれぞれの出力からそれぞれの前記特徴抽出板におけ

る最大出力を送出する素子をそれぞれ検出し、それらの素子がそれぞれ送出的前記最大出力が異なるパターン領域に応じてそれらの素子がそれぞれ異なる前記特徴抽出板の判別機能をそれぞれ設定するように構成したことを特徴とするものである。

以下に図面を参照して実施例につき本発明を詳細に説明するが、まず、パターン認識の方式について略述する。

本発明が根拠とする方式のパターン認識を行なう回路装置の全体構成の概要を模式的に第1図に示す。第1図のパターン認識装置は、入力光電変換層 $U_0$ とそれに結合した特徴抽出板 $U_{01(i-1 \sim n)}$ および特徴整列板 $U_{0i(i-1 \sim n)}$ の組合わせからなっている。ここで、入力光電変換層 $U_0$ は、2次元の基盤目状に光電変換素子を配列して構成したものであり、第1次特徴抽出板 $U_{01}$ 、すなわち、 $U_{01}$ 板は、入力光電変換層 $U_0$ と同一個数の回路素子からなっており、その個々の回路素子としては、例えば本発明者により特開昭51-35235号

公報に開示したシヤント型抑制入力有する回路素子を用いる。この第1次特徴抽出板 $U_{01}$ における1個の回路素子は、光電変換層 $U_0$ の特定の領域における複数個の光電変換素子に結合しており、それぞれの回路素子が結合する光電変換層 $U_0$ 上の対応する領域は、光電変換素子群が1素子ずつずれながら、順次に互いに重複しており、しかも光電変換素子の組合わせがすべての領域毎に異なるようになっている。かかる結合の様態を第2図に模式的に示す。

第2図に示す結合の様態において、例えば $U_0$ 層の領域 $U_{01}$ に含まれた光電変換素子の出力は、 $U_{01}$ 板の回路素子 $U_{011}$ に入来し、 $U_{02}$ 領域からの出力は回路素子 $U_{012}$ に入来し、以下同様に入来するようになっている。かかる態様で $U_{01}$ 板上のすべての回路素子は $U_0$ 層上で互いに重複しながらそれぞれ異なるすべての領域にそれぞれ対応して結合されている。

本発明が根拠とする方式のパターン認識装置には、上述の第1次特徴抽出板 $U_{01}$ が $n$ 枚設けてあ

り、それらの特徴抽出板 $U_{01}$ はすべて上述した態様で光電変換層 $U_0$ の個々の光電変換素子に並列に接続されている。それら $n$ 枚の特徴抽出板にはそれぞれ $k1(i-1 \sim n)$ なる記号を付して説明する。しかして、それら $U_{01 \cdot k1} \sim U_{01 \cdot kn}$ 板はそれぞれ互いに異なるパターンの類形を弁別する。すなわち、例えば文字を構成するいくつかのパターンの類形的に分類し、それらの類形をそれぞれ $U_{01 \cdot k1} \sim U_{01 \cdot kn}$ 層にそれぞれ対応させて判別して、 $U_{01 \cdot k1} \sim U_{01 \cdot kn}$ 層にはそれぞれ判別せられた類形であるかを弁別し得る能力をもたせておく。

例えば、第3図に示すように、 $U_{01 \cdot k1}$ 層では横一文字を弁別し、 $U_{01 \cdot k2}$ 層はT型を弁別し、また、 $U_{01 \cdot k3}$ 層は縦一文字を弁別する。というように、 $U_{01 \cdot kn}$ 層までに、多様な図形に対応し得るようそれぞれ特定のパターンに対応した図形を弁別し得る能力をもたせておく。なお、第3図には簡単のために特徴抽出板の枚数を減らしてあるが、実際には、その枚数を増加させるほど、種々異なる位置における種々異なるパターンに対応し得

るよう構成することができる。

上述したパターン弁別機能は、つぎのような構成によつて与付する。すなわち、前述したように、 $U_{s1}$  板上の個々の回路素子は、特開昭51-35253号公報記載のように構成するが、上述したパターンに応じた各種類形の設定を如何に行なうかを説明するために、その構成を簡単化して第4図に示す。

第4図に示した構成において、いま、 $U_0$  層の特定の領域Xからの情報取出す  $U_{s1}$  層の回路素子を  $U_{s1x}$  とすると、 $U_0$  層の領域X中の光電変換素子  $U_{ox1} \sim U_{ox9}$  の出力は扇形磁和素子2に正の入力として加えられる。それと同時に、 $U_0$  層全体の素子からの出力の平均値からなる抑制入力  $V_s$  が負の入力として加えられる。

いま、 $U_{s1}$  板上の上述した回路素子  $U_{s1x}$  が  $n$  板ある  $U_{s1}$  板のうち、例えば横線を弁別する機能を有する  $U_{s1.k1}$  に属するものとすれば、光電変換素子  $U_{ox4}$ 、 $U_{ox5}$ 、 $U_{ox6}$  の出力を取出す回路にそれぞれ設けた利得調整素子  $R_{x4}$ 、 $R_{x5}$ 、 $R_{x6}$  の利

7

利得調整

ついで、各  $U_{s1.k1}$  に対応して設けた第1次特徴行列板  $U_{c1}$ 、すなわち、 $U_{c1}$  板に供給する。この  $U_{c1}$  板は  $U_{s1}$  板より回路素子の個数が少なく、しかも、 $U_{s1}$  板上の特定の領域毎に  $U_{c1}$  板の特定の回路素子に対応するようになっている。したがつて、第3図に示したように、 $U_{c1}$  板上では、 $U_{s1}$  板上で出力を取出した回路素子が存在する領域に対応する回路素子から出力が取出されるようになっている。すなわち、その場合に、 $U_0$  層に入来した光線が分割されて、 $U_{s1}$  板においてその光線に含まれる類形パターンがそれぞれ判別され、しかも、その類形パターンがそれぞれ存在する位置が判別され、 $U_{c1}$  板においてその位置が正規化されることになる。

第3図に示した構成例においては、第1次特徴抽出板  $U_{s1}$  と第1次特徴行列板  $U_{c1}$  とにより「T」なる文字が認識されているが、実際には、多数の回路素子を用いて多様なパターンを認識しなければならぬのであるから、第1図に示したように、特徴抽出板と特徴行列板との上述した組合わせを、

9

多様な

得を大にしておき、横線のパターンが入来して来たときには、扇形磁和素子2から大出力が取出されるようにしておく。

上述したような類形パターンの設定は、 $U_{s0}$  層の各素子にそれぞれ接続してある  $U_{s1}$  層の各回路素子、すなわち、 $U_{s1.k1}$  板から  $U_{s1.kn}$  板まで、それぞれ並列に接続してある各回路素子のすべてに対して行なわれており、しかも、それぞれに設定した類形パターンは  $U_{s1.k1}$  板  $\sim U_{s1.kn}$  板のそれぞれで異なっている。さらに、同じ  $U_{s1}$  板、すなわち、特定の  $U_{s1.k1}$  板の回路素子は、すべて、同じ類形パターンを弁別し得るようになっている。例えば、 $U_{s1.k1}$  板上のすべての回路素子は、 $U_0$  層上のどの位置に横線のパターンがあつても弁別することができ、 $U_0$  層上のその横線パターンのあつた領域に対応した回路素子から出力を取出す。

上述のようにして  $U_0$  層上のパターンの類形とその類形パターンが存在する位置とが、どの  $U_{s1.k1}$  板のどの回路素子から出力が取出されたかによつて判明する。かかる  $U_{s1.k}$  層の出力は、

8

横線

第2次、第3次、第4次までの複数段にわたつて直列に配置し、 $m$  段にわたつて  $m$  回の特徴抽出および特徴整理を行なう必要がある。

例えば、 $U_{c1}$  板から第2次特徴抽出板  $U_{s2}$  への情報の移行は、例えば第5図に示すようにして行なう。第5図に示す情報移行の例においては、 $U_{s2}$  板上の回路素子の個数は  $U_{c1}$  板上の回路素子の個数に等しく、それら  $U_{c1}$  板と  $U_{s2}$  板との相互間の結合関係は、光電変換層  $U_0$  と  $U_{s1}$  板との相互間の結合関係と同様にする。ただし、 $U_0$  層は単に1枚であつたのに対し、 $U_{c1}$  板は  $U_{c1.k1} \sim U_{c1.kn}$  の  $n'$  枚からなつていたので、かかる複数枚同志の  $U_{c1.k1}$  と  $U_{s2.k1}$  との相互結合関係は互いに交叉しながら、相手方のすべてに並列に接続されることになる。

しかし、 $n'$  枚の第2次特徴抽出板  $U_{s2.k1} \sim U_{s2.kn'}$  は、 $U_{s1.k1}$  板におけると同様に、それぞれ異なるパターンの類形をそれぞれ分担して弁別するように構成するが、その場合にそれぞれ分担する類形パターンは、 $U_{s1.k1}$  板におけるとは異

10

異なる

なり、 $U_{s1,k1}$ 板に設定した各種の頒形パターンの組合わせからなっている。例えば、 $U_{s2,k1}$ 板においては、図示のとおり、左側の横線と右側のT字との組合わせを弁別し、 $U_{s2,k2}$ 板においては左側のT字と右側の横線との組合わせを弁別するものとする、第5図に示すように、各 $U_{s2}$ 板上には、かかる組合わせ頒形パターンの存在の有無と、その存在位置とが表示される。 $U_{s2}$ 板と $U_{o2}$ 板との相互関係は、 $U_{s1}$ 板と $U_{o1}$ 板との相互関係と同様に構成しており、さらに、位置の正規化と頒形パターンの判別とが一層細密に行なわれる。

上述のようにして例えば文字「A」のパターンを認識するにあつての各特徴抽出板および特徴整列板における認識動作を第6図に模式的に示して説明する。

第6図には、第3次特徴整列板 $U_{o3}$ の出力によつて最終的に文字「A」のパターンが認識される場合の認識過程の例を示してある。

一般には、前述したような手順の認識動作を複

数回繰返してその結果を積み上げていくことにより、特徴抽出板 $U_s$ および特徴整列板 $U_o$ 上の回路素子の個数は順次の各段階毎に急速に減少していく、最終的な $m$ 段目の特徴整列板 $U_{om}$ においては、その板上の回路素子は1個となり、その替わりに $1 \sim n^n$ 種類の各頒形パターンの弁別をそれぞれ分担する特徴整列板の枚数は、パターン認識の対象とする文字等の個数と同様に増大し、各特徴整列板 $U_{om,k1}$ のそれぞれが対象とするすべての文字等にそれぞれ対応することになる。すなわち、その場合には、各特徴整列板 $U_{om,k1} \sim U_{om,kn(n)}$ がそれぞれ分担する頒形パターンは、文字等のパターンそのものとなるわけである。

かかる構成のパターン認識装置の動作を一般的に説明すると、つぎのとおりである。

入力光電変換層 $U_o$ において光受容細胞に相当する光電変換素子は、2次元の基盤目状に行列配置してあるので、 $n_y$ 行の $h_x$ 番目の光受容細胞の出力を $U_o(n)$ として表わすことにする。なお、記号 $n$ は、その細胞の位置を表わす2次元座標

であり、 $n = (n_x, n_y)$ である。

第2段目の基本回路に含まれる $U_{s2}$ 板の出力を $u_{s2}(k_2, n)$ とし、 $U_{o2}$ 板の出力を $u_{o2}(k_2, n)$ とするが、ここに、 $n$ は、上述したように、 $U_o$ 層上におけるそれらの細胞の受容野の中心の位置を表わす2次元座標である。しかして、前述したように、入力光電変換層 $U_o$ においては、 $n_x, n_y$ の整数値に対応する位置のすべてに細胞が存在するが、段数 $l$ が増すにつれて細胞の密度が粗くなり、必ずしもすべての整数座標の位置に細胞が存在するわけではない。また、係数 $k_l$ はその細胞の受容野に対する最適刺激の種類、すなわち、その細胞が抽出する特徴の種類を指定するパラメータであり、整数値をとる。前述した $U_{s2}$ 板あるいは $U_o$ 板は、それぞれ同一係数 $k_l$ のS細胞すなわちS回路素子、あるいはC細胞すなわちC回路素子の集合からなっている。しかして、S細胞およびC細胞は、興奮性細胞、すなわち、刺激入力があつたときに相手の細胞に信号を送出する細胞であるが、 $U_s$ 板および $U_o$ 板には、それぞれ、こ

の他に抑制性細胞 $v_{s2}(n)$ および $v_{o2}(n)$ が存在している。

さて、上述のような記号を用いて各細胞すなわち各回路素子の出力を数式で表わすとつぎのようになる。

S細胞はシャント型抑制入力を有する特開昭57-33233号公報記載の回路素子であり、その出力は次式で与えられる。

$$u_{s2}(k_2, n) = -r_{s2} \cdot p \left\{ \frac{1 + \sum_{k_2=1}^{k_2-1} \sum_{n'} a_{s2}(k_2-1, n', k_2) \cdot u_{o2}(k_2-1, n')}{1 + \frac{2r_{s2}}{r_{s2}+1} b_{s2}(k_2) \cdot v_{o2}(n)} - 1 \right\} \quad (1)$$

ここに

$$p(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

なお、 $a_{s2}(k_2-1, n', k_2)$ は興奮性結合の強度、 $b_{s2}(n)$ は抑制性結合の強度をそれぞれ表わす。

また  $r$  は抑制性結合の強度を制御する正のパラメータであり、 $r_e$  の値が大きいほど細胞の反応の過敏性は向上する。しかし、実際に用いる  $r_e$  の値は、類似パターンを区別する能力と形の歪みを許容する能力との兼ね合いによつて適切な値に設定する。なお、(1)式において  $l=1$  の場合には、 $u_{oe-1}(k_{e-1}, n)$  は  $u_o(n)$  を表わすものと解釈し、因みに、 $l=0$  の場合の  $k_e$  の総数  $K_e$  は 1 である。

つぎに、抑制性の  $v_o$  細胞は自乗平均 (r.m.s.) 型入出力特性を有しており、次式のような出力を形成する。

$$v_{oe-1}(n) = \sqrt{\sum_{k_{e-1}=1}^{K_{e-1}} \sum_{s_e} o_{e-1}(v) \cdot u_{oe-1}(k_{e-1}, n+v)} \quad (3)$$

ここに、 $o_{e-1}(v)$  は興奮性固定シナプス結合の強度を表わす。

なお、(1)式および(3)式において  $v$  の総和範囲、すなわち、1 個の細胞が入力を受け取る範囲を指定する  $s_e$  は、初段  $l=1$  では小さく、後段になるほど、すなわち、 $l$  が大きくなるほど大きくなり、

最終段では入力光電変換層  $u_o$  の全面を覆う大きさにする。

つぎに、 $U$  細胞も  $S$  細胞と同様にシヤント型入出力特性を有する回路素子であるが、その出力は、飽和特性を示す。かかる  $U$  細胞の出力を数式で表わすと次式のようになる。

$$u_{oe}(k_e) = \phi \left\{ \frac{1 + \sum_{D_e} d_e(v) \cdot u_{ae}(k_e, n+v)}{1 + v_{oe}(n)} - 1 \right\} \quad (4)$$

ここに

$$\phi(x) = \phi \left( \frac{x}{1+x} \right) \quad (5)$$

また、抑制性細胞  $v_o$  は、単に入力の算術平均を出力として出す回路素子であり、その出力は次式で与えられる。

$$v_{oe}(n) = \frac{1}{K_e} \sum_{k_{e-1}}^{K_{e-1}} \sum_{D_e} d_e(v) \cdot u_{ae}(k_{e-1}, n+v) \quad (6)$$

(4)式および(6)式で  $v$  の総和範囲、すなわち、1 個の細胞が入力を受け取る範囲を指定する  $D_e$  は、

$S_e$  と同様に、初段では狭く、後段になるほど広くなるように指定してある。

しかし、前述した(1)式から判るように、興奮性結合  $o_e(k_{e-1}, v, k_e)$  の値は、その結合を介して入力を受け取っている  $S$  細胞  $u_{se}(k_e, n)$  の受容野の位置  $n$  には依存しない。このことは、一枚の  $S$  面内にある多数の  $S$  細胞は、いずれも同一空間分布の入力結合を有していることを意味している。したがって、同一  $S$  面に含まれる  $S$  細胞相互間の相連は、各細胞への入力信号を送出している前段の細胞の位置が異なるという点のみである。

そこで、本発明においては、上述したようなパターン認識装置を改良して、第4図に示したような特設抽出板  $U_e$  を構成する回路素子のそれぞれにあらかじめ固定した類似パターンに対する判別能力をもたせることなく、入力情報のパターンに応じてそれぞれの回路素子に学習をさせ、自己組織的に判別能力をもたせるようにする。したがって、本発明によれば、如何なる類似パターンについても対応することができるので、パターン認識

装置としての機能を大幅に拡大することができる。

しかし、本発明パターン認識装置における回路素子相互間の可変結合の自己組織化は、以下に述べるようにして達成される。

すなわち、ある一つの学習パターンが呈示されたときに、可変結合すなわち第4図示の可変制御素子、例えば  $R_{x1} \sim R_{xn}$  をどのように変更すべきかをつぎのように規定する。

可変結合の決定にあつて、まず、複数個の特設抽出板  $U_{e \cdot k1} \sim U_{e \cdot kn}$  のそれぞれから、後述する一定の規準に従つて、1 個の素子細胞を「代表」として選定する。その代表の素子細胞に対しては、その素子細胞にその時点で呈示された類似パターンの特徴を抽出するのに最適な方向にその素子細胞の入力可変結合係数を増大させる。一方、同じ  $U_e$  板上において代表にならなかつた他の素子細胞の入力結合係数は、その素子細胞が含まれる  $U_e$  板から選出された素子細胞の入力結合係数と全く同じ値に設定する。しかし、ある一つの  $U_e$  板から代表が選出されなかつた場合には、その  $U_e$

板のどの素子細胞の入力結合係数も変化させないようにする。かかる入力結合係数設定の態様を定量的に述べるとつぎのようになる。

いま仮に、ある素子細胞  $u_{se}(k_e, \hat{n})$  が代表として選出されたとすると、その素子細胞と同じ  $U_s$  板に含まれる他のすべてのS細胞、すなわち、代表素子細胞と同じ  $k_e$  値  $k_e = \hat{k}_e$  を有するS細胞に到る可変結合  $a_e(k_{e-1}, \nu, \hat{k}_e)$  および  $b_e(\hat{k}_e)$  を次式に示す量だけ増加させる。

$$\begin{aligned} da_e(k_{e-1}, \hat{k}_e) &= q \cdot G_{e-1}(\hat{n}) \cdot u_{ce-1}(k_{e-1}, \nu) \quad (7) \\ db_e(\hat{k}_e) &= (q/2) \cdot v_{ce-1}(\hat{n}) \quad (8) \end{aligned}$$

ここに、 $q$  は学習の速度を規定する正の定数であり、その他の記号は前述した従来装置における同一の記号である。なお、興奮性可変結合  $a_e(k_{e-1}, \nu, k_e)$  の初期値は、小さい正の値にしておき、例えば、 $|k_{e-1} - k_e|$  および  $|\nu|$  に關して単純減少になるようにし、第  $j$  段目の  $U_s$  板においては、 $k_e$  毎に異なつた特定の値を有する直線を指定し、その直線に沿つた結合係数の値が他の部分の値よりも大きくなるようにしておく。

19

おいては、つぎのような動作が行なわれる。

すなわち、第8図に示すように、いま、 $U_s$  板上の素子細胞  $x$  が  $U_s$  板内に対応する領域  $U_{ox}$  からの信号を取り入れているとすると、その領域  $U_{ox}$  は前述した  $S_x$  柱に含まれるわけであるが、かかる素子細胞  $u_{s1x}$  の出力が最大であつてその素子細胞  $u_{s1x}$  が代表になるとすると、代表決定の判定をした他の回路（図示せず）からの代表決定パルスが到来する。第8図示の回路が第4図示の回路と異なるところは、可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  により設定した出力が論理積回路 AND を介して線形総和素子  $S_{ot}$  に供給されていることである。その論理積回路 AND においては、個々の可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  からの出力と上述した代表決定パルスとの論理積が形成され、かかる論理積出力  $S_{ot}$  が可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  にそれぞれ増強して供給され、入力信号のパターンに応じてそれぞれの利得をセットする。すなわち、第8図示の構成において、当初は各受容素子  $u_{ox1} \sim u_{ox9}$  の出力が互いに等しい値であつたものが、入力情

21

一方、抑制性可変結合  $b_e(k_e)$  の初期値は 0 にしておく。

しかし、 $U_s$  板中の代表となる素子細胞はつぎのような手順によつて選出する。

すなわち、以下に述べる操作は異なる段階の各  $U_s$  板においても同時に行なうので、第7図に示すように、ある一つの  $U_s$  板において、その  $U_s$  板において、その  $U_s$  板に含まれる特定の領域毎に、 $k_1 \sim k_n$  までの各  $U_s$  板を貫通したS柱ともいふべきものを設定し、そのS柱内で、その時点に入来したパターンに対して最大出力をもつて反応した素子細胞を1個だけ選出し、その素子細胞を代表の候補とする。このようにして選出した候補がもしその候補の属する  $U_s$  板内において唯一の候補である場合には、その素子細胞をその  $U_s$  板の代表に選定する。しかし、同一  $U_s$  板内に2個以上の候補が現われた場合には、それらの候補の中で最大出力を出した素子細胞をその  $U_s$  板の代表として選定する。

上述のようにして代表に選定された素子細胞に

20

般によつて特定の素子  $u_{ox4}, u_{ox5}, u_{ox6}$  のみが刺激されて、それらの素子から興奮性出力が得られると、論理積回路 AND においては、それらの素子  $u_{ox4}, u_{ox5}, u_{ox6}$  からの個々の出力と代表決定パルスとの各別の論理積が  $\cdot 1 \cdot$  となるので、かかる論理積出力  $S_{ot}$  が可変利得制御素子  $R_{x4}, R_{x5}, R_{x6}$  にそれぞれ各別に供給され、それらの可変利得制御素子  $R_{x4}, R_{x5}, R_{x6}$  の利得を他の素子よりも増大させる。

上述したと同様のことは、上述した素子細胞  $u_{s1x}$  が所属している  $u_{s1}$  板全体について行なわれ、いずれか特定の  $k$  番号が付されているその  $U_{s1}$  板上の素子細胞全体が同じようなパターンに対して興奮性となる。すなわち、第8図に黒点で示したように入力パターンが「横棒」であつた場合には、その横棒に対して判別が行なわれるようになる。このようにして、同一段階の各特徴抽出板  $U_{s1 \cdot k1} \sim U_{s1 \cdot kn}$  がいずれかのパターンをそれぞれ判別する任務を担うようになるのである。

なお、上述したところでは、説明の便宜上、当

22

初はすべての素子細胞からの出力が等値であるとしたが、もし、厳密に等値であるとする、複数の領域から候補が選出されてしまい、代表となすべき素子細胞が理論上決定されなくなる。したがって、本発明装置においては、従来装置における様ではないが、従来と同様に、考え得る限りの類形パターンに従って各特徴抽出板  $U_{s1 \cdot k1} \sim U_{s1 \cdot kn}$  毎にそれぞれ一応程度のプリセットを各可変利得制御素子に施しておく。しかして、上述の程度とは、各可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{xp}$  に相互間の差をあまり極端にはつせず、例えば最大0.3Vとする程度の偏差として、従来のように、あらかじめ差をつけておくことを意味する。したがって、かかるプリセットの状態に近似したパターンが入来すれば、それらプリセットした可変利得制御素子からは他の素子とは格段に大きい値の出力が得られるようにしておき、さらに、一旦代表が決定されると、上述したようにあらかじめ施しておいた程度のプリセットは解消し、入力情報に従った結合係数が決められるように、それぞれの可変利得

制御素子を設定しておくことになる。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、位置ずれや形の多少の歪みには影響されずに、パターン認識装置を教師なし学習方式によつて自己組織化させることができ、したがって、認識すべきパターンの呈示のみを単に繰返すだけで回路装置の自己組織化が自動的に進行するようにすることができる。さらに、かかる回路装置は、呈示された学習パターン相互間の類似性、非類似性に基づいてパターン分類の基準を回路装置自体の内部に形成していくことができる。しかも、その際に回路装置内に自動的に形成される類似性の判断基準が人間の感覚によく一致しているので、回路装置が人間と同様のパターン認識能力を備えるようになる。

また、本発明パターン認識装置は、文字、図形等のパターン認識のみならず、物体認識や聴覚パターンの認識すなわち音声認識等にも広く適用することができる。

23

24

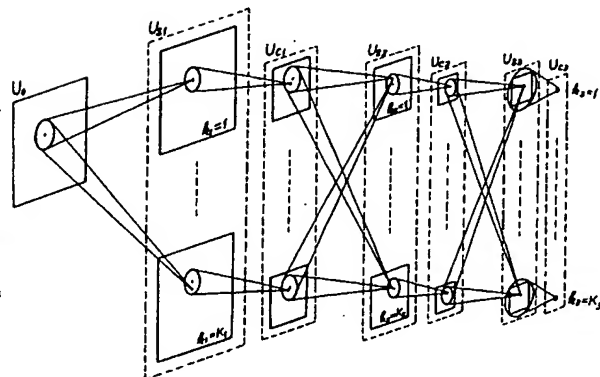
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明が基づく方式によるパターン認識の過程を模式的に示す解図、第2図は同じくその認識過程における情報移行の態様の例を模式的に示す解図、第3図は同じくその認識過程における情報移行の態様の他の例を模式的に示す解図、第4図は同じくその類形パターンの判別の態様の例を模式的に示す解図、第5図は同じくその類形パターンの判別の態様の他の例を模式的に示す解図、第6図は本発明が基づく方式によるパターン認識装置における認識動作の態様の例を模式的に示す解図、第7図は本発明パターン認識装置における類形パターン判別領域の態様の例を模式的に示す解図、第8図は同じくその類形パターンの判別の態様の例を模式的に示す解図である。

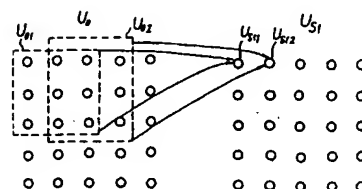
$U_0$  … 入力光電変換層、 $U_{sn \cdot k1}$  … 特徴抽出板、  
 $U_{cn \cdot k1}$  … 特徴整理板、 $U_{ox1}$  … 光電変換素子、  
 $U_{sx1}$  … 特徴抽出回路素子、 $U_{ox1}$  … 特徴整理回路素子、 $\Sigma$  … 線形和素子、AND … 論理積回路。

25

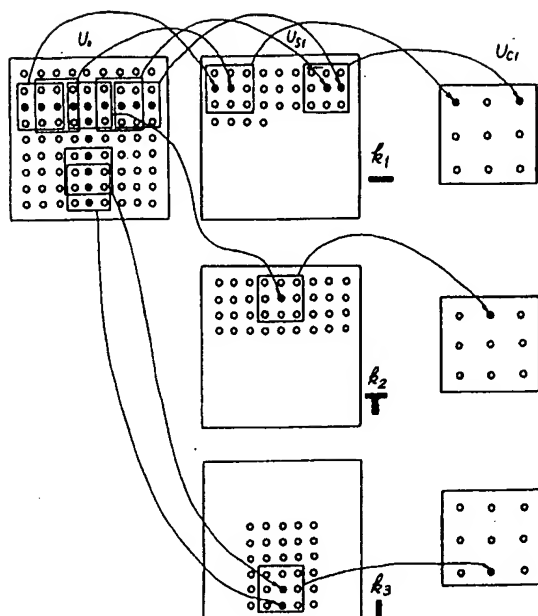
第1図



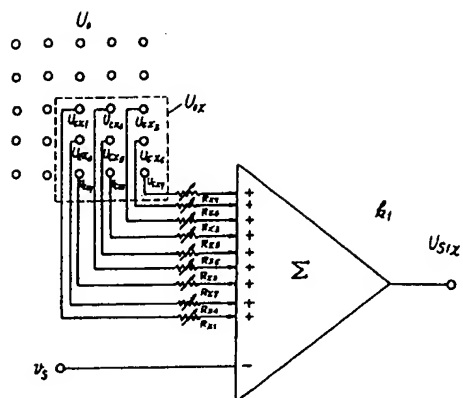
第2図



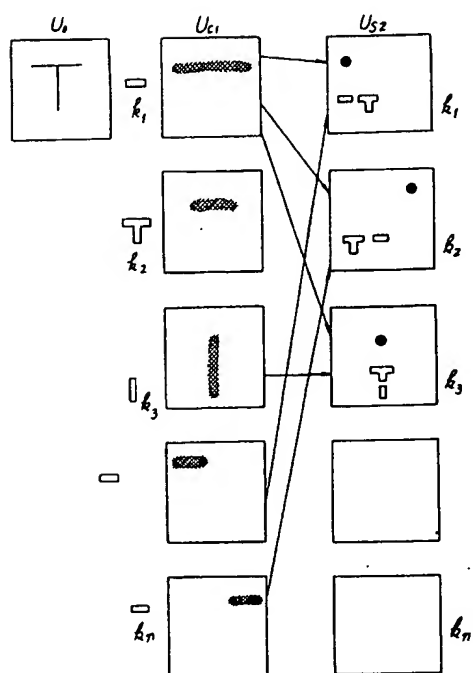
第3図



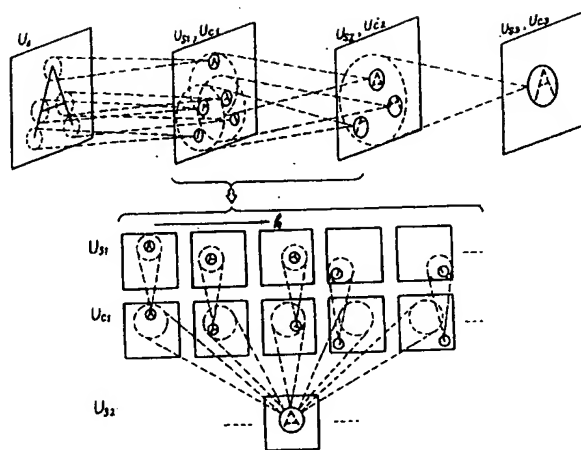
第4図



第5図

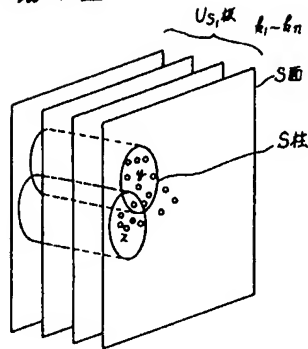


第6図

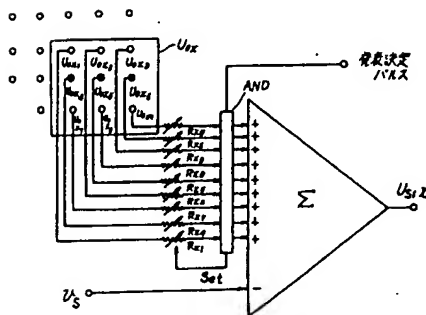


昭和 55 年 3 月 12 日

第7図



第8図



## (訂正) 明 細 書

1. 発明の名称 パターン認識装置  
2. 特許請求の範囲

1. 入力情報を複数個の特徴抽出板に並列に供給して前記入力情報に含まれるパターンの形状の種類および位置を判別するにあたり、前記複数個の特徴抽出板のそれぞれの出力からそれぞれの前記特徴抽出板における最大出力を送出する素子をそれぞれ検出し、それらの素子がそれぞれ送出的前記最大出力が異なるパターンに属してそれらの素子がそれぞれ属する前記特徴抽出板の判別機能をそれぞれ設定するように構成したことを特徴とするパターン認識装置。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、入力情報が異なるパターンを認識するパターン認識装置、特に、形状の歪みや位置のずれに影響されずに正しくパターンを認識し得るパターン認識装置に関するものである。

従来、この種パターン認識装置を製作する場合

特許庁長官 熊谷 善二 殿

## 1. 事件の表示

昭和 55 年 特 許 願 第 33038 号

## 2. 発明の名称

パターン認識装置

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(488) 日本放送協会

## 4. 代理人

〒100 東京都千代田区段が岡3丁目2番4号  
霞山ビルディング7階  
電話(581)2241番(代表)(5925) 弁理士 杉村 曉 秀 印  
外 1 名

## 5.

## 6. 補正の対象 明細書全文、図面 4. 5. 12

## 7. 補正の内容 (別紙の通り)

図面中、第3〜5図を別紙の通り訂正する。

には、個々の回路素子を結合する回路装置内の結合係数の値はすべて設計段階においてあらかじめ設定しておくのを通例としていた。認識すべき入力パターンの集合が確定している場合にはかかる設定の誤差で差支えないが、パターン認識の目的によつては、結合係数の値を製作の段階では固定せずに可変にしておき、認識すべき入力パターンの集合の性質に順応して自動的に変化していく能力をもたせることが必要になる。すなわち、回路装置内の結合係数を「自己組織化」させることが必要になる。

しかし、パターン認識装置を自己組織的に構成するようにする提案は従来から多く試みられているが、従来提案された認識装置はいずれもその自己組織化の能力が低く、パターン認識装置として実用し得るものはほとんど得られなかつた。

また、回路装置を自己組織化させる場合に、従来の認識装置においては、「教師あり学習」の方式を適用していた。しかし、教師あり学習とは、あらかじめ回路装置の設定段階すなわち学習段階

において、基準となるパターンが回路装置に呈示される度毎に、そのパターンが何であるかという答をパターンの呈示と同時に「教師」すなわち基準信号から教えて貰いながら回路装置が自己組織化を進めていく設定方式をいう。

本発明の目的は、従来の教師あり学習の設定方式を排して、いわば「教師なし学習」による設定方式により自己組織化を進め、学習段階すなわち設定段階において、学習すべきすなわち基準とすべきパターンの呈示を単に繰返すだけで回路装置の自己組織化が進行していくようにしたパターン認識装置を提供することにある。

すなわち、本発明パターン認識装置は、呈示されたパターン相互間の類似性、非類似性に基づいてパターン分類の基準を回路装置自体の内部に設定していくようにしたものであり、入力情報を該数値の特徴抽出板に並列に供給して前記入力情報に含まれるパターンの類形の種類および位置を判別するにあたり、前記複数個の特徴抽出板のそれぞれの出力からそれぞれの前記特徴抽出板にお

ける最大出力を送出する素子をそれぞれ検出し、それらの素子がそれぞれ送出的前記最大出力が異なるパターンに類形に応じてそれらの素子がそれぞれ異なる前記特徴抽出板の判別機能をそれぞれ設定するように構成したことを特徴とするものである。

以下に図面を参照して実施例につき本発明を詳細に説明するが、まず、パターン認識の方式について略述する。

本発明が根拠とする方式のパターン認識を行なう回路装置の全体構成の概要を模式的に第1図に示す。第1図のパターン認識装置は、入力光電変換層  $U_0$  とそれに結合した特徴抽出板  $U_{s1}(s=1\sim L)$  および特徴整列板  $U_{0s}(s=1\sim L)$  の組合わせからなっている。ここで、入力光電変換層  $U_0$  は、2次元の基盤目状に光電変換素子を配列して構成したものであり、第1次特徴抽出板  $U_{s1}$ 、すなわち、 $U_{s1}$  板は、入力光電変換層  $U_0$  と同一個数の回路素子からなっており、その個々の回路素子としては、例えば本発明者により特開昭51-35255号公

報に開示したシャント型抑制入力をも有する回路素子を用いる。この第1次特徴抽出板  $U_{s1}$  における1個の回路素子は、光電変換層  $U_0$  の特定の領域における複数個の光電変換素子に結合しており、それぞれの回路素子が結合する光電変換層  $U_0$  上の対応する領域は、光電変換素子群が1素子ずつずれながら、順次に互いに重畳しており、しかも光電変換素子の組合わせがすべての領域毎に異なるようになっている。かかる結合の状態を第2図に模式的に示す。

第2図に示す結合の状態において、例えば  $U_0$  層の領域  $U_{01}$  に含まれた光電変換素子の出力は、 $U_{s1}$  板の回路素子  $U_{s11}$  に入来し、 $U_{02}$  領域からの出力は回路素子  $U_{s12}$  に入来し、以下同様に入来するようになっていく。かかる状態では  $U_{s1}$  板上のすべての回路素子は  $U_0$  層上で互いに重畳しながらそれぞれ異なるすべての領域にそれぞれ対応して結合されている。

本発明が根拠とする方式のパターン認識装置には、上述の第1次特徴抽出板  $U_{s1}$  が  $K_1$  枚設けて

あり、それらの特徴抽出板  $U_{s1}$  はすべて上述した状態では光電変換層  $U_0$  の個々の光電変換素子に並列に接続されている。それら  $K_1$  枚の特徴抽出板にはそれぞれ  $k_1(k_1=1\sim K_1)$  なる記号を付して説明する。しかして、それら  $U_{s1(1)}\sim U_{s1(K_1)}$  板はそれぞれ互いに異なるパターンの類形を弁別する。すなわち、例えば文字を構成するいくつかのパターンを類形的に分類し、それらの類形をそれぞれ  $U_{s1(1)}\sim U_{s1(K_1)}$  層にそれぞれ対応させて割当て、 $U_{s1(1)}\sim U_{s1(K_1)}$  層にはそれぞれ割当てられた類形であるか否かを弁別し得る能力をもたせておく。

例えば、第3図に示すように、 $U_{s1(1)}$  層では縦一文字を弁別し、 $U_{s1(2)}$  層はT型を弁別し、また、 $U_{s1(3)}$  層は縦一文字を弁別する、というように、 $U_{s1(K_1)}$  層までに、多様な図形に対応し得るようそれぞれ特定のパターンに対応した図形を弁別し得る能力をもたせておく。なお、第3図には簡単のために特徴抽出板の枚数を減らしてあるが、実際には、その枚数を増加させるほど、種々異なる位置における種々異なるパターンに対応し得

るように構成することができる。

上述したパターン弁別機能は、つぎのような構成によつて付与する。すなわち、前述したように、 $U_{01}$  板上の個々の回路素子は、特開昭31- 35235号公報記載のように構成するが、上述したパターンに応じた各種形状の設定を如何にして行なうかを説明するために、その構成を簡単化して第4図に示す。

第4図に示した構成において、いま、 $U_0$  層の特定の領域  $X$  からの情報を取り出す  $U_{01}$  層の回路素子を  $U_{01x}$  とすると、 $U_0$  層の領域  $X$  中の光電変換素子  $U_{0x1} \sim U_{0x9}$  の出力は線形総和素子  $\Sigma$  に正の入力として加えられる。それと同時に、 $U_0$  層全体の素子からの出力の平均値からなる抑制入力  $v_0$  が負の入力として加えられる。

いま、 $U_{01}$  板上の上述した回路素子  $U_{01x}$  が  $K_1$  枚ある  $U_{01}$  板のうち、例えば横線を弁別する機能を有する  $U_{01(1)}$  に属するものとすれば、光電変換素子  $U_{0x4}$ 、 $U_{0x5}$ 、 $U_{0x6}$  の出力を取り出す回路にそれぞれ設けた利得調整素子  $R_{x4}$ 、 $R_{x5}$ 、 $R_{x6}$  の

7

板のどの回路素子から出力が取出されたかによつて判明する。かかる  $U_{01}$  層の出力は、ついで、各  $U_{01(k_1)}$  に対応して設けた第1次特徴整列板  $U_{01}$  すなわち、 $U_{01}$  板に供給する。この  $U_{01}$  板は  $U_{01}$  板より回路素子の個数が少なく、しかも、 $U_{01}$  板上の特定の領域毎に  $U_{01}$  板の特定の回路素子に対応するようになっている。したがつて、第5図に示したように、 $U_{01}$  板上では、 $U_{01}$  板上で出力を取出した回路素子が存在する領域に対応する回路素子から出力が取出されるようになっている。すなわち、その場合に、 $U_0$  層に入射した光像が分割されて、 $U_{01}$  板においてその光像に含まれる形状パターンがそれぞれ判別され、しかも、その形状パターンがそれぞれ存在する位置が判別され、 $U_{01}$  板においてその位置が正規化されることになる。

第5図に示した構成例においては、第1次特徴抽出板  $U_{01}$  と第1次特徴整列板  $U_{01}$  とにより「T」なる文字が認識されているが、実際には、多数の回路素子を用いて多様なパターンを認識しなければ

9

利得を大にしておき、横線のパターンが入来して来たときには、線形総和素子  $\Sigma$  から大出力が取出されるようにしておく。

上述したような形状パターンの設定は、 $U_0$  層の各素子にそれぞれ接続してある  $U_{01}$  層の各回路素子、すなわち、 $U_{01(1)}$  板から  $U_{01(K_1)}$  板まで、それぞれ並列に接続してある各回路素子のすべてに対して行なわれており、しかも、それぞれに設定した形状パターンは  $U_{01(1)}$  板  $\sim U_{01(K_1)}$  板のそれぞれで異なっている。さらに、同じ  $U_{01}$  板、すなわち、特定の  $U_{01(k_1)}$  板の回路素子は、すべて、同じ形状パターンを弁別し得るようになっていいる。例えば、 $U_{01(1)}$  板上の各回路素子は、 $U_0$  層上の特定の位置に横線のパターンがあつたときに弁別することができ、このような回路素子が  $U_{01(1)}$  板上に多数並んでいるので、 $U_0$  層上のその横線パターンのあつた領域に対応した回路素子から出力を取出す。

上述のようにして  $U_0$  層上のパターンの形状とその形状パターンが存在する位置とが、どの  $U_{01(k_1)}$

板にならないのであるから、第1図に示したように、特徴抽出板と特徴整列板との上述した組合わせを、第2次、第3次、第4次までの複数  $L$  段にわたつて直列に配置し、 $L$  段にわたつて  $L$  回の特徴抽出および特徴整列を行なう必要がある。

例えば、 $U_{01}$  板から第2次特徴抽出板  $U_{02}$  への情報の移行は、例えば第5図に示すようにして行なう。第5図に示す情報移行の例においては、 $U_{02}$  板上の回路素子の個数は  $U_{01}$  板上の回路素子の個数に等しく、それら  $U_{01}$  板と  $U_{02}$  板との相互間の結合関係は、光電変換層  $U_0$  と  $U_{01}$  板との相互間の結合関係と同様にする。ただし、 $U_0$  層は単に1枚であつたのに対し、 $U_{01}$  板は  $U_{01(1)} \sim U_{01(K_1)}$  の  $K_1$  枚からなつており、 $U_{02}$  板は  $U_{02(1)} \sim U_{02(K_2)}$  の  $K_2$  枚からなつていいるので、かかる複数枚同志の  $U_{01(k_1)}$  と  $U_{02(k_2)}$  との相互結合関係は互いに交叉しながら、相手方のすべてに並列に接続されることになる。

しかして、 $K_2$  枚の第2次特徴抽出板  $U_{02(1)} \sim U_{02(K_2)}$  は、 $U_{01(k_1)}$  板におけると同様に、それ

10

それ異なるパターンの類形をそれぞれ分組して弁別するように構成するが、その場合にそれぞれ分組する類形パターンは、 $U_{s1}(k_1)$  板におけるとは異なり、 $U_{s1}(k_1)$  板に設定した各種の類形パターンの組合わせからなっている。例えば、 $U_{s2(1)}$  板においては、図示のとおり、左側の横線と右側のT字との組合わせを弁別し、 $U_{s2(2)}$  板においては左側のT字と右側の横線との組合わせを弁別するものとする、第3図に示すように、各  $U_{s2}$  板上には、かかる組合わせ類形パターンの存在の有無と、その存在位置とが表示される。 $U_{s2}$  板と  $U_{s1}$  板との相互関係は、 $U_{s1}$  板と  $U_{s01}$  板との相互関係と同様に構成しており、さらに、位置の正規化と類形パターンの判別とが一層細密に行なわれる。

上述のようにして例えば文字「A」のパターンを認識するにあつての各特徴抽出板および特徴整列板における認識動作を第4図に模式的に示して説明する。

第4図には、第3次特徴整列板  $U_{s3}$  の出力によ

11

置してあるので、 $n_y$  行の  $n_x$  番目の光受容細胞の出力を  $U_{0(n)}$  とし、これを表わすことにする。なお、記号  $n$  は、その細胞の位置を表わす2次元座標であり、 $n = (n_x, n_y)$  である。

第  $l$  段目の基本回路に含まれる  $U_{sl}$  板の出力を  $u_{sl}(k_l, n)$  とし、 $U_{sl}$  板の出力を  $u_{sl}(k_l, n)$  とするが、ここに、 $n$  は、上述したように、 $U_0$  層上におけるそれらの細胞の受容野の中心の位置を表わす2次元座標である。しかして、前述したように、入力光電変換層  $U_0$  においては、 $n_x, n_y$  の整数値に対応する位置のすべてに細胞が存在するが、段数  $l$  が増すにつれて細胞の密度が粗くなり、必ずしもすべての座標座標の位置に細胞が存在するわけではない。また、係数  $k_l$  はその細胞の受容野に対する最速刺激の種類、すなわち、その細胞が抽出する特徴の種類を指定するパラメータであり、整数値をとる。前述した  $U_s$  板あるいは  $U_0$  板は、それぞれ同一係数  $k_l$  の  $S$  細胞すなわち  $S$  回路素子、あるいは、 $O$  細胞すなわち  $O$  回路素子の集合からなっている。しかして、 $S$  細胞

13

として最終的に文字「A」のパターンが認識される場合の認識過程の例を示してある。

一般には、前述したような手順の認識動作を複数回繰返してその結果を積み上げていくことにより、特徴抽出板  $U_s$  および特徴整列板  $U_0$  上の回路素子の個数は順次の各段階毎に急速に減少していき、最終的な  $L$  段目の特徴整列板  $U_{0L}$  においては、その板上の回路素子は1個となり、その替わりに  $1 \sim K_L$  種類の各類形パターンの弁別をそれぞれ分組する特徴整列板の枚数は、パターン認識の対象とする文字等の個数と同等に増大し、各特徴整列板  $U_{0L}(K_L)$  のそれぞれが対象とするすべての文字等にそれぞれ対応することになる。すなわち、その場合には、各特徴整列板  $U_{0L(1)} \sim U_{0L}(K_L)$  がそれぞれ分組する類形パターンは、文字等のパターンそのものとなるわけである。

かかる構成のパターン認識装置の動作を一般的に説明すると、つぎのとおりである。

入力光電変換層  $U_0$  において光受容細胞に相当する光電変換素子は、2次元の蓄盤目状に行列配

12

および  $O$  細胞は、興奮性細胞、すなわち、刺激入力があつたときに相手の細胞に信号を送出する細胞であるが、 $U_s$  板および  $U_0$  板には、それぞれ、この他に抑制性細胞  $v_{sl}(n)$  および  $v_{ol}(n)$  が存在している。

さて、上述のような記号を用いて各細胞すなわち各回路素子の出力を数式で表わすつぎのようになる。

$S$  細胞はシャント型抑制入力を有する特開昭55- 33235号公報記載の回路素子であり、その出力は次式で与えられる。

$$u_{sl}(k_l, n) = r_l \cdot \varphi \left\{ \frac{1 + \sum_{\nu=1}^{K_l-1} u_{sl}(k_l-1, \nu, k_l) \cdot u_{ol-1}(k_l-1, n+\nu)}{k_l-1-1/\varphi S_l} \right. \\ \left. 1 + \frac{2r_l}{r_l+1} v_{sl}(k_l) \cdot v_{ol-1}(n) \right\} \quad (1)$$

16

ここに

$$p(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

なお、 $a_i(k_{i-1}, \nu, k_i)$  は興奮性結合の強度、 $b_i(n)$  は抑制性結合の強度をそれぞれ表わす。また  $r_i$  は抑制性結合の強度を制御する正のパラメータであり、 $r_i$  の値が大きいくほど細胞の反応の選択性は向上する。しかし、実際に用いる  $r_i$  の値は、類似パターンを区別する能力と形の強みを許容する能力との兼ね合いによつて適切な値に設定する。なお、(1)式において  $i=1$  の場合には、 $u_{0i-1}(k_{i-1}, n)$  は  $u_0(n)$  を表わすものと解釈し、図みに、 $i=0$  の場合の  $k_i$  の総数  $K_i$  は1である。

つぎに、抑制性の  $\nu_i$  細胞は自乗平均 (r.m.s.) 型入出力特性を有しており、次式のような出力を形成する。

$$v_{0i-1}(n) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{K_i-1} \sum_{\nu} a_{i-1}(\nu) \cdot u_{0i-1}(k_i, n+\nu)}{K_i K_i - 1 \nu S_i}} \quad (3)$$

15

$$v_{0i}(n) = \frac{1}{K_i} \sum_{k=1}^{K_i} \sum_{\nu} a_i(\nu) \cdot u_{0i}(k_i, n+\nu) \quad (4)$$

(4)式および(5)式で  $\nu$  の総和範囲、すなわち、1個の細胞が入力を受け取る範囲を指定する  $D_i$  は、 $S_i$  と同様に、初段では狭く、後段になるほど広くなるように指定してある。

しかし、前述した(1)式から判るように、興奮性結合  $a_i(k_{i-1}, \nu, k_i)$  の値は、その結合を介して入力を受け取っている  $S$  細胞  $u_{0i}(k_i, n)$  の受容野の位置  $n$  には依存しない。このことは、一枚の  $S$  面内にある多数の  $S$  細胞は、いずれも同一空間分布の入力結合を有していることを意味している。したがって、同一  $S$  面に含まれる  $S$  細胞相互間の相違は、各細胞への入力信号を送出している前段の細胞の位置が異なるという点のみである。

そこで、本発明においては、上述したようなパターン認識装置を改良して、第4図に示したような特徴抽出板  $U_i$  を構成する回路素子のそれぞれにあらかじめ固定した類似パターンに対する判別

17

ここに、 $a_{i-1}(\nu)$  は興奮性固定シナプス結合の強度を表わす。

なお、(1)式および(5)式において  $\nu$  の総和範囲、すなわち、1個の細胞が入力を受け取る範囲を指定する  $S_i$  は、初段  $i=1$  では小さく、後段になるほど、すなわち、 $i$  が大きくなるほど大きくなり、最終段では入力光電変換層  $u_0$  の全面を覆う大きさにする。

つぎに、 $O$  細胞も  $S$  細胞と同様にシヤント型入出力特性を有する回路素子であるが、その出力は、飽和特性を示す。かかる  $O$  細胞の出力を数式で表わすと次式のようになる。

$$u_{0i}(k_i, n) = \phi \left\{ \frac{1 + \sum_{\nu \in D_i} a_i(\nu) \cdot u_{0i}(k_i, n+\nu)}{1 + v_{0i}(n)} - 1 \right\} \quad (4)$$

ここに

$$\phi(x) = \frac{x}{1+x} \quad (5)$$

また、抑制性細胞  $v_{0i}$  は、単に入力の算術平均を出力として出す回路素子であり、その出力は次式で与えられる。

16

能力をもたせることなく、入力情報のパターンに応じてそれぞれの回路素子に学習をさせ、自己組織的に判別能力をもたせるようにする。したがって、本発明によれば、如何なる類似パターンについても対応することができるので、パターン認識装置としての機能を大幅に拡大することができる。

しかし、本発明パターン認識装置における回路素子相互間の可変結合の自己組織化は、以下に述べるようにして達成される。

すなわち、ある一つの学習パターンが表示されたときに、可変結合すなわち第4図示の可変制御素子、例えば  $R_{x1} \sim R_{x0}$  および  $R_y$  をどのように変更すべきかをつぎのように規定する。

可変結合の決定にあつて、まず、複数の特徴抽出板  $U_{0i}(1) \sim U_{0i}(K_i)$  のそれぞれから、後述する一定の規準に従つて、1個の素子細胞を「代表」として選定する。その代表の素子細胞に対しては、その素子細胞にその時点で表示された類似パターンの特徴を抽出するのに最適な方向にその素子細胞の入力可変結合係数を増大させる。一方、

18

同じ  $U_i$  板上において代表にならなかった他の素子細胞の入力結合係数は、その素子細胞が含まれる  $U_i$  板から選出された素子細胞の入力結合係数と全く同じ態様に設定する。しかし、ある一つの  $U_i$  板から代表が選出されなかつた場合には、その  $U_i$  板のどの素子細胞の入力結合係数も変化させないようにする。かかる入力結合係数設定の態様を定量的に述べるとつぎのようになる。

いま仮に、ある素子細胞  $u_{ij}(k_i, \hat{n})$  が代表として選出されたとすると、その素子細胞と同じ  $U_i$  板に含まれる他のすべての  $S$  細胞、すなわち、代表素子細胞と同じ  $k_i$  値  $k_i - k_i$  を有する  $S$  細胞に散る可変結合  $w_{ij}(k_{i-1}, \nu, k_i)$  および  $v_{ij}(k_i)$  を次式に示す値だけ増加させる。

$$\Delta w_{ij}(k_{i-1}, \nu, k_i) = \eta \cdot \sigma_{i-1}(n) \cdot u_{ij}(k_i, \hat{n} + \nu) \quad (7)$$

$$\Delta v_{ij}(k_i) = (\eta/2) \cdot v_{ij}(k_i) \quad (8)$$

ここに、 $\eta$  は学習の速度を規定する正の定数であり、その他の記号は前述した従来装置におけると同一の記号である。なお、興奮性可変結合  $w_{ij}(k_{i-1}, \nu, k_i)$  の初期値は、小さい正の値にして

19

板の代表に選定する。しかし、同一  $U_i$  板内に2個以上の候補が現われた場合には、それらの候補の中で最大出力を出した素子細胞をその  $U_i$  板の代表として選定する。

上述のようにして代表に選定された素子細胞においては、つぎのような動作が行なわれる。

すなわち、第8図に示すように、いま、 $U_i$  板上の素子細胞  $x$  が  $U_i$  層内に対応する領域  $U_{0x}$  からの信号を取り入れているとすると、その領域  $U_{0x}$  は前述した  $S_x$  柱に含まれるわけであるが、かかる素子細胞  $u_{01x}$  の出力が最大であつてその素子細胞  $u_{01x}$  が代表になるとすると、代表決定の判定をした他の回路（図示せず）からの代表決定パルスが到来する。第8図示の回路が第8図示の回路と異なるところは、可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  により設定した出力が乗算回路 AND を介して論形回路と素子  $y$  に供給されていることである。その乗算回路 AND においては、個々の可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  からの出力と上述した代表決定パルスとの積が形成され、かかる乗算出力  $S_{0x}$  が

21

おき、例えば、 $|k_{i-1} - k_i|$  および  $|v|$  に関して単調減少になるようにし、第7図目の  $U_i$  板においては、 $k_i$  毎に異なつた特定の傾きを有する直線を指定し、その直線に沿つた結合係数の値が他の部分の値よりも大きくなるようにしておく。一方、抑制性可変結合  $v_{ij}(k_i)$  の初期値は0にしておく。

しかして、 $U_i$  板中の代表となる素子細胞はつぎのような手順によつて選出する。

すなわち、以下に述べる操作は異なる段階の各  $U_i$  板においても同時に行なうので、第7図に示すように、ある一つの  $U_i$  板において、その  $U_i$  板において、その  $U_i$  板に含まれる特定の領域毎に、 $k_i - 1 \sim k_i$  までの各  $U_i$  板を重畳した  $S$  柱ともいふべきものを設定し、その  $S$  柱内で、その時点に入来したパターンに対して最大出力をもつて反応した素子細胞を1個だけ選出し、その素子細胞を代表の候補とする。このようにして選出した候補がもしその候補の属する  $U_i$  板内において唯一の候補である場合には、その素子細胞をその  $U_i$  板の代表とする。

20

可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  にそれぞれ増進して供給され、入力信号のパターンに応じてそれぞれの利得をセットする。すなわち、第8図示の構成において、当初は各受容素子  $U_{0x1} \sim U_{0x9}$  の出力が互いに等しい値であつたものが、入力情報によつて特定の素子  $u_{0x4}$ 、 $u_{0x5}$ 、 $u_{0x6}$  のみが刺激されて、それらの素子から興奮性出力  $f$  が得られると、乗算回路 AND においては、それらの素子  $u_{0x4}$ 、 $u_{0x5}$ 、 $u_{0x6}$  からの個々の出力と代表決定パルスとの各別の積が“1”となるので、かかる論形回路出力  $S_{0x}$  が可変利得制御素子  $R_{x4}$ 、 $R_{x5}$ 、 $R_{x6}$  にそれぞれ各別に供給され、それらの可変利得制御素子  $R_{x4}$ 、 $R_{x5}$ 、 $R_{x6}$  の利得を他の素子よりも増大させる。

上述したのと同様のことは、上述した素子細胞  $u_{01x}$  が所属している  $U_{01}$  板全体について行なわれ、いずれか特定の  $x$  番号が付されているその  $U_{01}$  板上の素子細胞全体が同じようなパターンに対して興奮性となる。すなわち、第8図に黒点で示したように入力パターンが「破壊」であつた場

22

合には、その値域に対して判別が行なわれるようになる。このようにして、同一段階の各特徴抽出板  $U_{s1}(1) \sim U_{s1}(K_1)$  がいずれかのパターンをそれぞれ判別する任務を担うようになるのである。

なお、上述したところでは、説明の便宜上、当初はすべての素子細胞からの出力が等値であるとしたが、もし、厳密に等値であるとする、複数の領域から候補が選出されてしまい、代役となるべき素子細胞が固着上決定されなくなる。したがって、本発明装置においては、従来装置における脳ではないが、従来と同様に、考え得る限りの類似パターンに従って各特徴抽出板  $U_{s1}(1) \sim U_{s1}(K_1)$  毎にそれぞれ一応程度のプリセットを各可変利得制御素子に施しておく。しかして、上述の程度とは、各可変利得制御素子  $R_{x1} \sim R_{x9}$  に相互間の差をあまり極端にはつげず、例えば最大0.3Vとする程度の微差として、従来のように、あらかじめ差をつけておくことを意味する。したがって、かかるプリセットの状態に近似したパターンが入来すれば、それらプリセットした可変利得制御素子

22

からは他の素子とは格段に大きい値の出力が得られるようにしておき、さらに、一旦代役が決定されると、上述したようにあらかじめ施しておいた程度のプリセットは解消し、入力情報に従った結合係数が決められるように、それぞれの可変利得制御素子を設定しておくことになる。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、位置ずれや形の多小の強みには影響されずに、パターン認識装置を教師なし学習方式によつて自己組織化させることができ、したがって、認識すべきパターンの呈示のみを単に繰返すだけで回路装置の自己組織化が自動的に進行するようにすることができる。さらに、かかる回路装置は、呈示された学習パターン相互間の類似性、非類似性に基づいてパターン分類の基準を回路装置自体の内部に形成していくことができる。しかも、その際に回路装置内に自動的に形成される類似性の判断基準が人間の感覚によく一致しているので、回路装置が人間と同様のパターン認識能力を備えるようになる。

23

また、本発明パターン認識装置は、文字、図形等のパターン認識のみならず、物体認識や聴覚パターンの認識すなわち音声認識等にも広く適用することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明が基づく方式によるパターン認識の過程を模式的に示す概図、第2図は同じくその認識過程における情報移行の態様の例を模式的に示す概図、第3図は同じくその認識過程における情報移行の態様の他の例を模式的に示す概図、第4図は同じくその類似パターンの判別の態様の例を模式的に示す概図、第5図は同じくその類似パターンの判別の態様の他の例を模式的に示す概図、第6図は本発明が基づく方式によるパターン認識装置における認識動作の態様の例を模式的に示す概図、第7図は本発明パターン認識装置における類似パターン判別領域の態様の例を模式的に示す概図、第8図は同じくその類似パターンの判別の態様の例を模式的に示す概図である。

$U_0$  … 入力光電変換層、 $U_{sn}(K_1)$  … 特徴抽出

24

板、 $U_{on}(K_1)$  … 特徴整列板、 $U_{ox1}$  … 光電変換素子、 $U_{sx1}$  … 特徴抽出回路素子、 $U_{ox1}$  … 特徴整列回路素子、 $\Sigma$  … 類似総和素子、AND … 乗算回路。

特許出願人 日 本 放 送 協 会

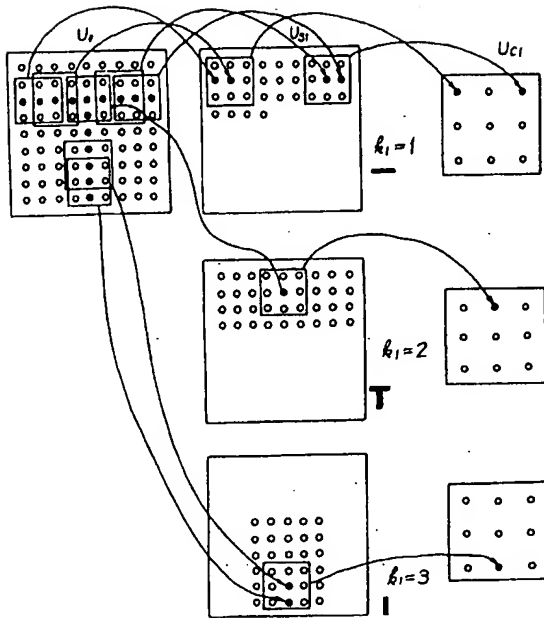
代理人弁理士 杉 村 規 秀

同 弁理士 杉 村 興 作

25

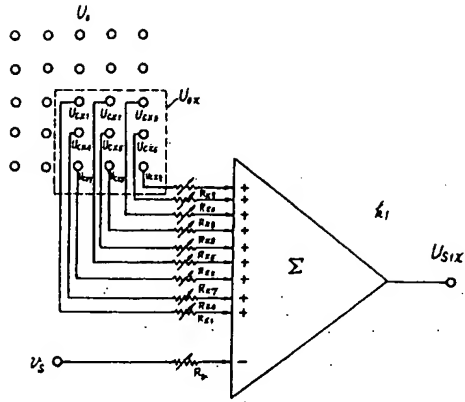
第 3 図

(訂正図)



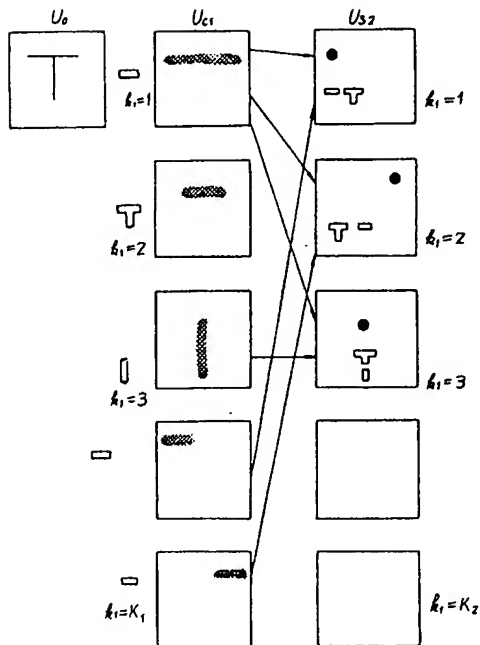
第 4 図

(訂正図)



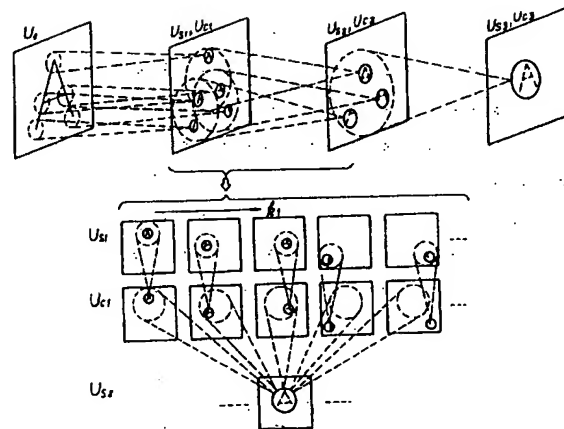
第 5 図

(訂正図)



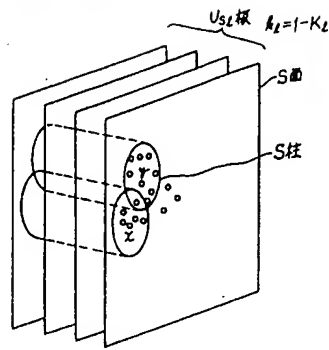
第 6 図

(訂正図)



第 7 図

(訂正図)



第 8 図

